

[Translation]

(19) Japan Patent Office (JP)
(12) **PATENT ISSUANCE REPORT (A)**

(11) Patent Application Release No.
Patent Release **Sho. 63-193527**

(43) Release date: August 10, 1988

(51) Int.Cl.⁴
H 01 L 21/302

Identification Symbol

Office Control No.
C-8223-5F

Examination requested: Not yet
Items in Application: 1 (Total 4 pages)

(54) Name of Invention: Etching Device

(21) Application No.: Patent Application Sho.62-26555

(22) Application date: February 6, 1987

(72) Inventor:
Tadaaki Nakamura
c/o Kobe Works
Mitsubishi Electric Corp.
1-2 Wadasaki-cho 1-chome
Hyogo-ku, Kobe [Japan]

(71) Applicant:
Mitsubishi Electric Corporation
2-3 Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo [Japan]

(74) Agent:
Masuo Oiwa, Patent attorney, and
two others

Specifications

1. **Name of Invention:** Etching Device

2. **Scope of Patent Application:**

(1) An etching device equipped with

- A vessel into which reactive gas for etching is put,
- A pair of electrodes that are positioned therein to face each other and at least one is charged with high-frequency electric power and one other of this pair of electrodes has installed at its periphery a auxiliary

electrode equipped with a drive means enabling it to be inserted or extracted and so able to vary the area of the above-noted electrode.

(2) The etching device described in Scope of Application Item 1 of this Patent Application, which is characterized by these auxiliary electrodes being made so multiple rings of them are superimposed in sequence outward from the outer perimeter of the installed electrode.

(3) The etching device described in Application Items 1 or 2 of the Patent Application, which is characterized by a drive mechanism employing an air cylinder.

(4) The etching device described in Application Items 1 or 2 of this Patent Application, which is characterized by the drive means being assembled with a screw or cogwheel so as to change the rotational motion to straight-line movement and by receiving its rotary power from a reversible motor.

3. Detailed Explanation of Invention

Field for Commercial Utilization This invention is one bearing on an etching device used in the steps of semiconductor manufacturing processes, and in particular relates to adjusting the electrode surface area of a dry-etching device by flooding reactive gas into a vacuum and applying high-frequency electrical power.

Usual Technology Figure 3 is a side view of part of the usual etching device as shown, for instance, on pages 121-122 of "Semiconductor World" published in November 1984. In the figure, (1) is a vessel that is evacuated by vacuum pump (2) and to which gas supply device (3) supplies a reactive gas that induces the etching. (4) is the 1st electrode positioned in this vessel (1) and charged with high-frequency power by high-frequency power source (5). (6) is the grounded 2nd electrode installed in a position facing this 1st electrode (4). (7) is material of the semiconductor wafer or the like being etched which is placed on the above-noted 1st electrode (4). (8) is the plasma created between the above-noted upper and lower electrodes (4) and (6).

Next, I will explain the operation, referring to Figure 4. Figure 4 is a diagram illustrating the distribution of the potential between the above noted electrodes (4) and (6).

When high-frequency power is applied at 1st electrode (4), a plasma is created between both electrodes (4) and (6), forming an ion sheath on the surface of both. Being in an electrical field, electrode (4) is injected with highly mobile ions, giving it a negative potential V_c. Meanwhile, in plasma (8) positive ions are in excess, giving a positive charge V_p to plasma (8). That creates a potential difference in the above-noted ion sheath that is called an ion accelerating voltage (self bias). 1st electrode (4)'s ion accelerating voltage V₁ is expressed in $V_1 = V_p - V_c$, while the ion accelerating voltage V₂ of 2nd electrode (6) is $V_2 = V_p$. Positive ions accelerated in plasma (8) by this ion accelerating voltage V₁ of 1st electrode (4) collide vertically into the surface of material (7) and do the etching.

When ion accelerating voltage V₁ is increased, its selectivity (the ratio of the etched material to non-etched material) weakens and the test material also will easily receive damage. When it is decreased, the processing traits worsen and the etching rate falls off, so that one must devise a correction. This ion accelerating voltage V₁ is affected by the density and the electron temperature in the plasma and changes with the injection voltage and distance between the electrodes (changing automatically according to Patent Sho.60-88540). However, it also relates to the area ratio of electrode (4) to electrode (6). If, for example, the plasma's density and electron temperature were in a perfectly uniform state and 1st electrode (4)'s electrode area is expressed as S₁ and 2nd electrode (6)'s electrode area is expressed as S₂, one gets

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(S_2)^n}{S_1} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Here, n would be 4 if the other conditions were constant. Hence, by altering the area ratio of electrodes (4) and (6) to correspond with differences in the dimensions or substance of test material (7), one can change the ion accelerating voltage and get optimal etching conditions.

Issues the Invention Seeks to Resolve The usual etching devices are made up as described above, so that to change the area ratio of their two electrodes one must replace at least one electrode with one having a different area. So, at least for the many etching steps ordinarily repeated tens of times outside of the laboratory in the process of semi-conductor manufacture, it is necessary to deal with

this by setting up separate customized etching devices and- when changing the dimensions of the material-to exchange everything. Or, if changing the manufacturing process, one must replace the individual single-function equipment, so that-cost aspects aside-semiconductor fabricating equipment overall has lacked adaptability. Also, to give the latest etched-groove forms an optimal shape, in some cases the conditions are changed midway through; but in such case it is impossible to change the area ratio of both electrodes, creating the problem that adapting the equipment is not easy.

This invention was devised to resolve such problems as those noted above and has the purpose of getting an etching device in which the area ratio of the two electrodes can readily be changed.

Means to Resolve Problems The etching device from this invention is one in which an insertable/retractable auxiliary electrode is installed with a drive means at the outer perimeter of at least one of the pair of facing electrodes.

Effects The electrode area of the electrodes having an auxiliary electrode installed in the etching device can readily be increased or decreased by inserting or retracting that electrode by its insertion/retracting means, thus enabling one to readily alter the area ratio of the etching device's two electrodes.

Invention's Application Example Below I will explain one example of applying this invention, while referring to the figures. In Figures 1 and 2 the device's parts (1)-(7) are identical to those of the above-noted usual device. (9) is a stackable ring-shaped 1st auxiliary electrode at the outer perimeter of 2nd electrode (6). (10) is a drive means consisting of an air cylinder (10a) secured to vessel (1), (secured part not illustrated) and a connecting rod (10b), one end of which fastens to the piston within air cylinder (10a) and the other end of which fastens to above-noted 1st electrode (9) and which is can move through vessel (1). (11) is a 2nd auxiliary, stackable ring-shaped electrode outside of above-noted 1st auxiliary electrode (9). (12) is the same kind of drive means as above-noted drive means (10) and also consists of an air cylinder (12a) and a connecting rod (12b) with one end secured to 2nd auxiliary electrode 11.

When, in the etching device made up as described, one is changing the material or dimensions of test sample (7), for instance, and it becomes necessary to alter the area ratio of the electrodes (4) and (6) so as to set optimal conditions for etching, one moves the piston downward in drive device (10)'s air cylinder by applying air pressure so that it superimposes on the outside perimeter of 2nd electrode (6), adding to the area of that electrode. As in the above-noted equation, that can enlarge 1st electrode (4)'s ion accelerating voltage V₁. And, when one wishes to further increase this voltage V₁, one can similarly lower 2nd auxiliary electrode (11) with drive device (12), superimposing it on the outside of 1st auxiliary electrode (9).

Now, if one wants to decrease ion accelerating voltage V₁, in contrast to the above, one causes the piston to rise upward in air cylinder (12a) of drive means (12) to lift 2nd auxiliary electrode (11) and then similarly raises 1st auxiliary electrode (9) to sequentially remove it until one gets the sought-after ion accelerating voltage V₁. Figure 1 shows the situation when both auxiliary electrodes (9) and (11) have been lifted off and removed. In this way multiple installed auxiliary electrodes (9) and (11) change the area of 2nd electrode (6) through being inserted or extracted at the outer perimeter of 2nd electrode (6) by the drive means (10) and (12), making it possible to increase or decrease the ion accelerating voltage V₁.

In the above-noted application example, we indicated a case whereby the supplemental electrodes (9) and (11) were installed at 2nd electrode (6). However, they could be installed at 1st electrode (4) or even at both electrodes (4) and (6) to get the same effects. And, we showed a case of the drive means (10) and (12) using air cylinders (10a) and (12a); but one may also use a hydraulic cylinder or, as needed, supply the rotary power with a reversible motor combined with screws or cogwheels to shift auxiliary electrodes (9) and (11) to prescribed positions so as to get the same effects as with the above-noted application example.

Invention's Effectiveness With this invention as in the above, using the simple structure of installing auxiliary electrodes that can be inserted or retracted by a drive mechanism makes it possible easily to change the area of electrodes with which these auxiliary electrodes are

installed, easily yielding various optimal etching conditions and having the effect of broadening the utility of the device.

Simple Explanation of Figures

Figure 1 is a side-view diagram showing a part of the cross section of the etching device from one application example of this invention.

Figure 2 is the same side view as Figure 1, showing the situation when one auxiliary electrode is superimposed on the periphery of the 2nd electrode.

Figure 3 is a side view of a partial cross section of the usual etching device.

Figure 4 is an explanatory chart showing the potential distribution between a pair of facing electrodes.

In the figures, (1) is a vessel, (4) & (6) are a pair of facing electrodes, (9) & (11) are auxiliary electrodes and (10) & (12) are drive means. Identical keying symbols in the figures indicate identical or comparable parts.

Agent: Masuo Oiwa

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

2

(11)Publication number : 63-193527
(43)Date of publication of application : 10.08.1988

(51)Int.CI.

H01L 21/302

(21)Application number : 62-026555
(22)Date of filing : 06.02.1987

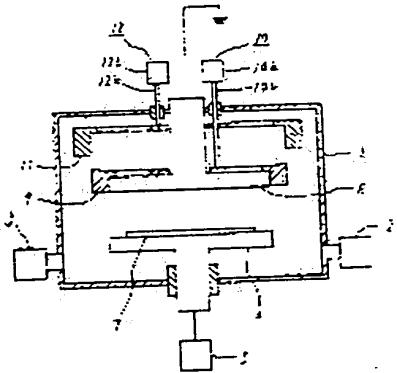
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
(72)Inventor : NAKAMURA TADA AKI

(54) ETCHING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To change the area ratio of the surface of both electrodes readily, by providing auxiliary electrodes, which can be attached and detached by driving means, at the outer periphery of at least one electrode of a pair of facing electrodes.

CONSTITUTION: Auxiliary electrodes 9 and 10, which can be attached and detached by driving means 10 and 12, are provided at the outer periphery of at least one electrode 6 of a pair of facing electrodes 4 and 6. Air pressure is applied to an air cylinder 10a so that a piston is moved downward. Then the electrode 9 is lowered and overlapped to the outer periphery of the electrode 6. Then the electrode area on the side of the electrode 6 is increased, and an ion accelerating voltage V1 of the electrode 4 is increased. When the voltage V1 is to be further increased, the electrode 11 is lowered by the driving means 12 and overlapped to the outer periphery of the electrode 9. Thus the area ratio of the surfaces of the electrodes 4 and 6 can be changed readily.



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭63-193527

⑫ Int. Cl.
H 01 L 21/302

識別記号 行内整理番号
C-8223-5F

⑬ 公開 昭和63年(1988)8月10日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 エッティング装置

⑮ 特願 昭62-26555

⑯ 出願 昭62(1987)2月6日

⑰ 発明者 中村 忠明 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町1丁目1番2号 三菱電機株式会社神戸製作所内

⑱ 出願人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑲ 代理人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明細書

1. 発明の名称

エッティング装置

2. 特許請求の範囲

(1) エッティング用反応ガスが入れられる容器、この容器内の対向する位置に設置され少なくとも一方には高周波電力が印加され他方は接地される一対の電極、この一対の電極の少なくとも一方の電極の外周に、駆動手段により着脱可能に設置され上記電極の電極面積を可変にする補助電極を備えたエッティング装置。

(2) 補助電極はこの補助電極が設置される電極の外周から外側に向つて複数のリングが順次重ね合わされるように形成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のエッティング装置。

(3) 駆動手段はエアシリングを用いていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載のエッティング装置。

(4) 駆動手段は回転運動を直線運動に変えるよう構成されたネジまたは歯車の組合せに、反転

可能なモータにより回転力を与えるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載のエッティング装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、半導体製造プロセスの中の一工程で使用されるエッティング装置に関し、特に真空中で反応ガスを流し、高周波電力をかけて行なうドライエッティング装置の電極面積の調整に関するものである。

[従来の技術]

第3図は例えば「Semiconductor World」1984年11月発行の121ページから122ページに示された従来のエッティング装置を一部断面で示す側面図である。図において、(1)は真空ポンプ(2)により真空にされ、ガス供給装置(3)によりエッティングを誘起させる反応ガスが供給される容器、(4)はこの容器(1)内に設置され、高周波電源(5)により高周波電力が印加される第1の電極、(6)はこの第1の電極(4)と対向する位置に設けられ接地されてい

る第2の電極、(7)は上記第1の電極(4)の上に置かれた、エッティングされる半導体ウエハなどの試料、(8)は上記両電極(4)と(6)の間に生成したプラズマである。

次に動作について第4図を参照しながら説明する。第4図は上記両電極(4)と(6)の間の電位分布を表す説明図である。

第1の電極(4)に高周波電力を印加すると両電極(4)と(6)の間にプラズマ(8)が生成し、両電極(4)、(6)の表面にはイオンシースが形成され、第1の電極(4)は電界中で移動度の大きな電子が電極に入射し、負の電位 V_c に帯電する。一方プラズマ(8)中では正イオンが過剰となり、プラズマ(8)は正の電位 V_p に帯電する。このため上記イオンシースにはイオン加速電圧(自己バイアス)と呼ばれる電位差が生じ、第1の電極(4)のイオン加速電圧 V_1 は $V_1 = V_p - V_c$ であり、第2の電極(6)のイオン加速電圧 V_2 は $V_2 = V_p$ である。この第1の電極(4)のイオン加速電圧 V_1 により加速されたプラズマ(8)中の正イオンが、試料(7)の表面に垂直に衝突しエッティングを行なう。

従来のエッティング装置は以上のように構成されているので、両電極の電極面の面積比を変える場合には、少なくとも片方の電極を、電極面積の異なる電極に入れ替えることが必要で、少なくとも実験室の外では、半導体製造プロセスの中で通常十数回繰り返えされるエッティング工程に対応し、それぞれ専用のエッティング装置を設置して対処しており、試料の寸法が変わると、そのすべてを入れ替える必要があり、製造プロセスが変われば、別の単能機と取り替える必要があり、費用面だけでなく、半導体製造設備全体が融通性のないものとなっていた。また、最近エッティングされた構造を適切な形にするため、エッティングの途中で条件を変える場合があるが、この場合には、両電極の電極面の面積比を変えることは不可能であり、装置の応用が容易でないという問題点があつた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、両電極の電極面の面積比を容易に変えることができるエッティング装置を得ること

イオン加速電圧 V_1 は、高くすると選択性(エッティング材と非エッティング材のエッティング比)が劣り、試料もダメージを受け易くなり、低くすると加工性が悪くなり、エッティングレートが低下するため適正化を計る必要がある。このイオン加速電圧 V_1 は、プラズマの密度や電子温度に影響され、電極間距離(実開昭60-88540で自動的に可変されている)や注入電圧でも変化するが、両電極(4)、(6)の電極面の面積比にも関係し、たとえばプラズマの密度や電子温度が完全に一様な状態であれば、第1の電極(4)の電極面積を S_1 、第2の電極(6)の電極面積を S_2 とすると、

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^n \quad \dots \dots \dots (a)$$

式が成立する。尚、 n の値は他の条件が一定なら4である。従つて、試料(7)の材質や寸法の違いに対応して、両電極(4)、(6)の電極面の面積比を変えることによって、イオン加速電圧を変更し、最適なエッティング条件を得ることができる。

[発明が解決しようとする問題点]

とを目的とする。

[問題点を解決するための手段]

この発明に係るエッティング装置は、対向する一対の電極の少なくとも一方の電極の外周に、駆動手段により着脱可能な補助電極を設けたものである。

[作用]

この発明におけるエッティング装置の補助電極が設置された電極の電極面積は、補助電極をこの電極の外周に駆動手段により着脱することにより容易に増減され、エッティング装置の両電極の電極面の面積比を容易に可変する。

[発明の実施例]

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図および第2図において、(1)から(7)は上記従来の装置と同一のものである。(9)は第2の電極(6)の外周に重合できるリング状の第1の補助電極、(10)は容器(11)に固定(固定部分図示せず)されているエアシリンダー(10mm)と、一端がこのエアシリンダー(10mm)内のピストンに固定さ

れ、他端が上記第1の電極(4)に固定されており、容器(1)を駆動可能に直通している連結棒(10b)からなる駆動手段、即ち上記第1の補助電極(9)の外周に重合できるリング状の第2の補助電極、即ち上記駆動手段即ち同様のエアシリンダー(12a)と、一端が第2の補助電極即ちに固定されている連結棒(12b)からなる駆動手段である。

上記のように構成されたエッティング装置においては、例えば試料(7)の材質または寸法が変わることにより、両電極(4)(6)の面積比を変えてエッティングの最適条件を設定する必要がある場合には、第2図に示すように第1の補助電極(9)を、駆動手段即ちのエアシリンダー(10a)にピストンが下向きに動くように空気圧を与えることにより降下させ、第2の電極(6)の外周に重合させることによって、第2の電極(6)側の電極面積が増加し、前記(2)式により、第1の電極(4)のイオン加速電圧Viを大きくすることができる。さらにこの電圧Viを大きくしたい場合には、第2の補助電極即ちを、駆動手段即ちにより上記と同様にして降下させ、第1の補

したが、駆動手段即ちは油圧シリンダーを用いてもよく、また回転運動を直線運動に変えるように構成されたネジまたは齒車の組合せに、反転可能なモータにより必要に応じて回転力を与え、補助電極(9)即ちを所定の位置に移動させるように作られた電気式のものであっても、上記実施例と同様の効果が得られる。

[発明の効果]

以上のように、この発明によれば、対向する一対の電極の少なくとも一方の電極の外周に、駆動手段により着脱可能な補助電極を設けるという簡単な構造により、この補助電極を設けた電極の電極面積を簡単に変えることができ、各種のエッティングの最適条件出しが容易に成り、装置の応用が広がる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例によるエッティング装置を一部断面で示す側面図、第2図は補助電極の一つを第2の電極の外周に重合させた状態を示す第1図と同様の側面図、第3図は従来のエッチ

助電極(9)の外周に重合させることにより行なうことができる。

尚、イオン加速電圧Viを小さくしたい場合には、上記と逆に第2の補助電極即ちを駆動手段即ちのエアシリンダー(12a)に、ピストンが上向きに動くように空気圧を与えることにより上昇させ、次に第1の補助電極(9)を駆動手段即ちにより同様にして上昇させ、目的のイオン加速電圧Viが得られるまで、第2の電極(6)の外周から、順次補助電極(9)即ちを取り外す。全ての補助電極(9)即ちを上昇させ、取り外した状態が第1図である。この様に複数個設置した補助電極(9)即ちを、第2の電極(6)の外周に駆動手段即ちによって着脱することにより、第2の電極(6)の電極面積が変わり、イオン加速電圧Viの強弱の調整が可能になる。

尚、上記実施例では、第2の電極(6)に補助電極(9)即ちを設けたものを示したが、補助電極は第1の電極(4)に設けてもよく、また両電極(4)(6)に設けても同様の効果が得られる。駆動手段即ちはエアシリンダー(10a)(12a)を用いた場合を示

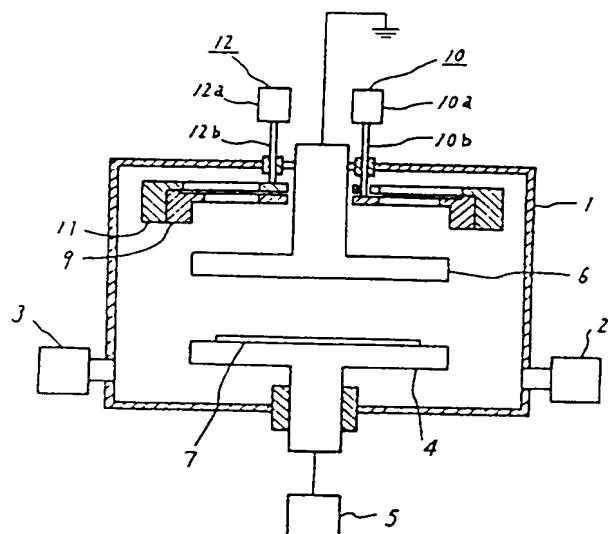
シング装置を一部断面で示す側面図、第4図は対向する一対の電極の間の電位分布を示す説明図である。

図において、(1)は容器、(4)、(6)は対向する一対の電極、(9)即ちは補助電極、即ちは駆動手段である。

なお、図中同一符号は同一、又は相当部分を示す。

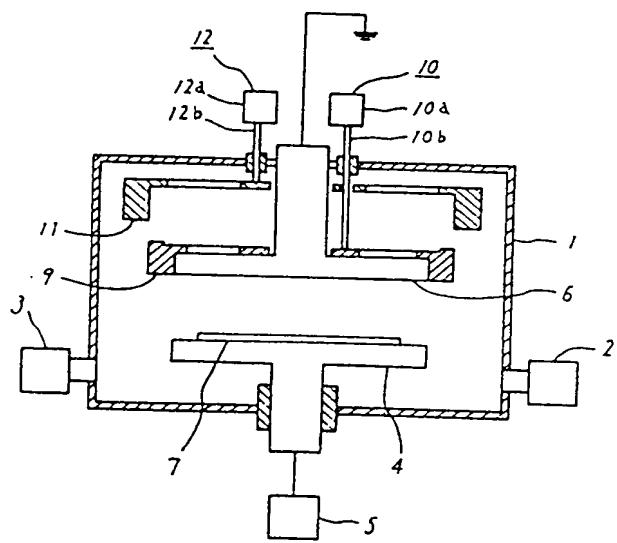
代理人 大岩 勉

第1図

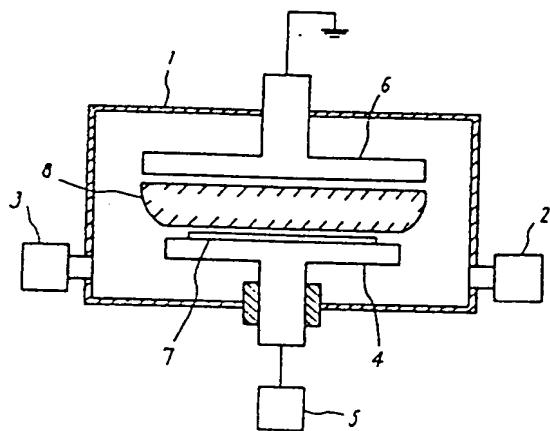


1:容器
4:才1の電極
6:才2の電極
9,11:補助電極
10,12:駆動手段

第2図



第3図



第4図

